

3610
02/463801

PCT/EP 98 / 04

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

#4
8.11.00
BZ

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D	13 OCT 1998
WIPO	PCT

Bescheinigung

Das Institut für Mikrotechnik Mainz GmbH in Mainz/Deutschland
hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Mittel zur Herstellung und/oder Behandlung al-
koholhaltiger Getränke, insbesondere Wein oder
Schaumwein, dessen Verwendungen sowie ein Ver-
fahren und Bioreaktoren unter Verwendung des
Mittels als auch Anlagen unter Verwendung der
Bioreaktoren"

am 30. Juli 1997 beim Deutschen Patentamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wie-
dergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmel-
dung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patentamt vorläufig die Sym-
bole C 12 G, C 12 C und C 12 P der Internationalen Patent-
klassifikation erhalten.

München, den 14. Juli 1998

Der Präsident des Deutschen Patentamts

Im Auftrag

Agurk



Aktenzeichen: 197 32 710.9

EM 49-97

Institut für Mikrotechnik Mainz GmbH
Carl-Zeiss-Str. 18 - 20
55129 Mainz

**Mittel zur Herstellung und/ oder Behandlung alkoholhaltiger Getränke,
insbesondere Wein oder Schaumwein, dessen Verwendungen sowie ein
Verfahren und Bioreaktoren unter Verwendung des Mittels als auch
Anlagen unter Verwendung der Bioreaktoren**

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Mittel zur Herstellung und/ oder Behandlung alkoholhaltiger Getränke, insbesondere Wein oder Schaumwein, wobei das Mittel immobilisierte Zellen mindestens einer Spezies von Mikroorganismen und/ oder ein oder mehrere immobilisierte Enzyme aufweist, auf dessen Verwendung sowie auf ein Verfahren und auf Bioreaktoren unter Verwendung des Mittels als auch auf Anlagen unter Verwendung der Bioreaktoren.

Bei der Herstellung von alkoholhaltigen Getränken, insbesondere von Wein oder Schaumwein, werden unterschiedliche Spezies von Mikroorganismen, insbesondere Hefen zur alkoholischen Gärung, eingesetzt. Zur Optimierung der Ergebnisse werden dem Produkt oder Vorstufen davon weitere Spezies von Mikroorganismen und Enzyme zugesetzt. So dienen beispielsweise Milchsäurebakterien dem Abbau von Äpfelsäure und Pektinasen der Beschleunigung der Mostklärung.

Der Prozeß der alkoholischen Gärung kann durch Maßnahmen, wie rasches Abkühlen, Zusatz von Schwefeldioxid oder Filtration, unterbrochen werden. Diese Verfahren zur Inaktivierung der Hefen sind jedoch aufwendig, nur ungenau steuerbar und können die Qualität des Produktes beeinträchtigen. Damit gestaltet sich auch ein zeitlich versetzter Einsatz unterschiedlicher Spezies von Hefen als aufwendig.

Nach der Behandlung beispielsweise eines Weines mit Milchsäurebakterien zur Reduzierung des Säuregehaltes müssen die zugesetzten Mikroorganismen abgetrennt werden, was bei den vergleichsweise kleinen Milchsäurebakterien über Membranfiltration stattfindet. Jedoch ist hierbei eine vollständige Entfernung der Mikroorganismen nicht immer gewährleistet. Im Wein verbliebene Milchsäurebakterien können Glucose zu Essigsäure umwandeln und so den Wein verderben.

Enzyme, wie Proteasen zum Abbau von Peptiden und Proteinen, werden dem Produkt oder Vorstufen hiervon in flüssiger Form zugesetzt. Die Inaktivierung von Enzymen erfolgt in der Regel durch Erhitzen, womit eine Beeinträchtigung

des Produktes einhergehen kann sowie eine Wiederverwertung der zum Teil teuren Enzyme ausscheidet.

Es sind Mittel zur Flaschengärung bei der Schaumweinherstellung bekannt, die aus in Alginat-Kügelchen immobilisierten Hefen bestehen (G. Troost et. al., Sekt, Schaumwein, Perlwein, Stuttgart 1995). Hiermit konnte das zeitaufwendige manuelle Abrütteln des feinen Hefedepots durch das rasche Absinken der Alginat-Kügelchen in der Sektfflasche ersetzt werden. Nachteilig solcher Mittel ist jedoch, daß sie keine hohe mechanische Stabilität aufweisen und ein Auswachsen, insbesondere relativ kleiner Mikroorganismen, nicht ausreichend verhindern können, womit nach der Abtrennung der Kügelchen Mikroorganismen im Produkt zurückbleiben können. Eine Mehrfachverwendung solcher Mittel ist damit nur schwer realisierbar. Weiterhin sind Enzyme aufgrund ihrer geringen Größe in solchen Alginat-Kügelchen in der Regel nicht immobilisierbar.

Die Aufgabe der Erfindung liegt darin, ein Mittel zur Herstellung und/ oder Behandlung von alkoholischen Getränken, insbesondere Wein oder Schaumwein zur Verfügung zu stellen, wobei das Mittel immobilisierte Mikroorganismen und/ oder Enzyme aufweist, und daß eine einfache dosierte Zugabe und eine einfache, restlose Abtrennung aus dem Produkt ermöglicht, bei dem die Zellen bzw. Enzyme dauerhaft immobilisiert sind, und daß wiederverwendbar ist. Weiterhin liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, Verfahren zur Verwendung des erfindungsgemäßen Mittels zur Herstellung von Bier oder niedermolekularen Alkoholen, insbesondere Ethanol, sowie ein Verfahren zur Herstellung und/ oder Behandlung alkoholischer Getränke, insbesondere Wein oder Schaumwein, unter Verwendung des erfindungsgemäßen Mittels bereitzustellen. Darüberhinaus liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, Bioreaktoren zur Herstellung von niedermolekularem Alkohol, insbesondere Ethanol, oder alkoholischen Getränken, insbesondere Wein oder Schaumwein, unter Verwendung des erfindungsgemäßen Mittels und eine Anlage zur Herstellung von Alkohol sowie eine Anlage zur Herstellung alkoholischer Getränke unter Verwendung eines erfindungsgemäßen Bioreaktors zur Verfügung zu stellen.

Die Aufgabe wird durch ein Mittel mit den Merkmalen des Anspruch 1, durch Verfahren zur Verwendung mit den Merkmalen des Anspruchs 18 oder 19, durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 21, durch Bioreaktoren mit den Merkmalen des Anspruchs 27 oder 28 sowie durch Anlagen mit den Merkmalen des Anspruchs 34 oder 35 gelöst, wobei die Unteransprüche vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung betreffen.

Die zur Herstellung und/ oder Behandlung alkoholischer Getränke, insbesondere Wein oder Schaumwein, eingesetzten Spezies von Mikroorganismen und/ oder Enzyme sind dadurch immobilisiert, daß diese im Innern einer Mikrokapsel enthalten sind, und daß mindestens eine Hüllmembran das Kapselinnere vollständig umschließt. Ein Austreten der Mikroorganismen bzw. Enzyme wird dadurch verhindert, daß die Hüllmembran für diese Mikroorganismen bzw. Enzyme im wesentlichen nicht durchlässig ist. Um eine Stoffumsetzung zu gewährleisten, muß die Hüllmembran für die umzusetzenden Stoffe (Edukte), wozu auch die für die Mikroorganismen notwendigen Nährstoffe zählen, beispielsweise Glucose, und für zumindest einen Teil der erzeugten bzw. umgewandelten Stoffe (Produkte), beispielsweise Alkohol und Kohlendioxid, durchlässig sein.

Die Hüllmembran kann aus einer Schicht aufgebaut sein, die gewährleisten muß, daß die Mikrokapsel die notwendige Stabilität aufweist und ein Stoffaustausch zwischen dem Kapselinneren und dem Äußeren möglich ist, ohne daß die immobilisierten Mikroorganismen bzw. Enzyme aus der Mikrokapsel austreten können.

Bevorzugt ist die Hüllmembran aus mehreren Schichten aufgebaut, die radial übereinander liegen, wobei jede Schicht alle darunter angeordneten Schichten vollständig umschließt. Hierbei muß die Kombination der Schichten die notwendigen Stabilitäts- und Durchlässigkeitseigenschaften gewährleisten. Vorteilhaft sind die einzelnen Schichten ionisch und/ oder kovalent miteinander verbunden.

Mikrokapseln mit einer Hüllmembran sowohl aus einer Schicht als auch aus mehreren Schichten sind in der Medizin zur Immobilisierung von Zellen bzw. Enzymen bekannt. So wurden Langerhanssche Zellen in einer Mikrokapsel eingeschlossen, deren Hüllmembran aus einer aus Alginate und Poly-L-Lysin

bestehenden Schicht aufgebaut war (F. Lim et. al., Science, 210 (1980) 908 - 910). In der EP-A-681834 wurden Mikrokapseln, deren Hüllmembran aus mehreren Schichten aufgebaut ist, zum Einsetzen in Gewebe von Lebewesen beschrieben. An solche Mikrokapseln werden Anforderungen an die Gewebeverträglichkeit, eine geringe Immunreaktion und an die Einsetzbarkeit in lebendes Gewebe gestellt.

Durch eine Optimierung des Aufbaus von Mikrokapseln mit ein- oder mehrschichtiger Hüllmembran im Hinblick auf die Herstellung bzw. Behandlung alkoholhaltiger Getränke, lassen sich vorteilhaft entsprechende Mikroorganismen, wie in der alkoholischen Gärung eingesetzte Hefen oder Milchsäurebakterien, und/ oder Enzyme immobilisieren. Insbesondere muß bei der Immobilisierung von Hefen zur alkoholischen Gärung die Stabilität trotz der Produktion von Kohlendioxid und einem raschen Wachstum der Hefezellen gewährleistet sein. Hierzu eignen sich besonders Mikrokapseln mit mehrschichtig aufgebauter Hüllmembran.

Das erfindungsgemäße Mittel hat gegenüber in der Herstellung von alkoholischen Getränken bekannten Mitteln den Vorteil, daß die eingeschlossenen Zellen bzw. Enzyme dauerhaft immobilisiert sind und sich aufgrund der einfachen Handhabung bequem dosiert zugeben und auch einfach, rasch und vollständig aus dem Produkt entfernen lassen. Damit ist eine gezielte Beeinflussung der einzelnen Herstellungsschritte ohne eine Beeinträchtigung der Qualität des Produktes möglich. Darüberhinaus lassen sich die Zellen bzw. Enzyme enthaltenden Mikrokapseln wiederverwenden, was insbesondere bei teuren Enzymen zu einer Kosteneinsparung führt. Weiterhin ist aufgrund der selbst bei sedimentierten Mikrokapseln zwischen den Kapseln vorhandenen Hohlräumen sowie der leichten Beweglichkeit der Mikrokapseln in einer Flüssigkeit ein guter Stoffaustausch, insbesondere Gasaustausch bei der alkoholischen Gärung, gewährleistet.

Es kann vorteilhaft sein, die Hüllmembran undurchlässig für sich außerhalb der Mikrokapsel befindliche Wirkstoffe und/ oder Mikroorganismen zu gestalten, die die im Kapselinneren enthaltenen Zellen bzw. Enzyme in ihrer Aktivität beeinträchtigen könnten. So produzieren manche Spezies von in der **Weinherstellung eingesetzten Hefen Toxine, die für andere Spezies von Mikroorganismen schädlich sind.** Durch Verwendung von Mikrokapseln, deren

Hüllmembran für solche Toxine nicht durchlässig ist, lassen sich solche Mikroorganismen bzw. Enzyme gemeinsam in beispielsweise der Weinherstellung einsetzen.

Als Mittel zur Herstellung bzw. Behandlung von alkoholischen Getränken eignen sich vorteilhaft Mikrokapseln, die insbesondere bei der Wein- oder Schaumweinherstellung eingesetzte Enzyme, wie Pektinasen, Glucanasen, β -Glucosidasen, Proteasen oder/ und Glucose-Fructose-Isomerasen enthalten.

Es kann von Vorteil sein, in einer Mikrokapsel sowohl Zellen als auch ein oder mehrere Enzyme zu immobilisieren. Zum einen kann dies die Handhabung erleichtern, zum anderen kann dies insbesondere dann die Produktivität erhöhen, wenn ein Produkt der Mikroorganismen bzw. Enzyme von den anderen in der Mikrokapsel enthaltenen Mikroorganismen bzw. Enzyme weiter umgesetzt wird. So lassen sich vorteilhaft Spezies von in der Weinherstellung eingesetzten Hefen und deren Behandlungsstoffe, wie Hefezellwandpräparate oder/ und Glucose-Fructose-Isomerasen gemeinsam in einer Mikrokapsel immobilisieren. Neben einer Erhöhung der Aktivität der eingesetzten Hefen lassen sich so die einzusetzenden Mengen der zum Teil teuren Behandlungsstoffe reduzieren.

In einer Mikrokapsel lassen sich auch die Aktivität der immobilisierten Zellen bzw. Enzyme steigernde Stoffe einschließen. So ist beispielsweise bekannt, daß die Aktivität der Milchsäurebakterien mit steigendem Säuregehalt abnimmt. Durch Einschluß eines Kationenaustauschers in eine Milchsäurebakterien enthaltende Mikrokapsel, läßt sich am Ort der Milchsäurebakterien der pH-Wert durch Austausch von Hydroniumionen gegen beispielsweise Kaliumionen erhöhen und so die Aktivität der Milchsäurebakterien steigern.

Vorzugsweise ist mindestens eine Schicht der Hüllmembran aus mindestens einem Polymer aufgebaut. Als Polymer eignet sich vorteilhaft ein Polyelektrolyt-komplex, der aus mindestens einem Polykation und einem Polyanion besteht. Geeignete Polyanionen sind beispielsweise Polyacrylsäure, Polymethacrylsäure, Polyvinylsulfonsäure, Polyvinylphosphonsäure, Alginsäure oder Cellulose-Derivate, insbesondere Carboxymethylcellulose oder Cellulose-Schwefelsäureester. Geeignete Polkationen sind beispielsweise Polyethylenimin, Polydimethyldiallylammoniumchlorid, Poly-L-Lysin oder Chitosan.

Vorteilhaft weisen die Polyanionen bzw. Polykationen einen mittleren Polymerisationsgrad von über 100 auf. Zur gezielten Einstellung der Durchlässigkeit der Hüllmembran werden für die die Durchlässigkeit bestimmende Schicht bevorzugt Polymere mit einer engen Molmassenverteilung, beispielsweise synthetische Polyelektrolytkomplexe aus Polyacrylsäure oder Polymethacrylsäure mit Polyethylenimin, verwendet. Für die die Festigkeit bestimmende Schicht werden vorteilhaft Polyelektrolytkomplexe natürlicher Polykationen und -anionen, wie Alginsäure und Chitosan oder Cellulose-Derivate, verwendet, bei denen sich eine breite Molmassenverteilung nicht störend auswirkt.

Darüberhinaus eignen sich als Polymer für den Aufbau einer Schicht der Hüllmembran beispielsweise Naturkautschuk, Polystyrol oder/ und Polymethylmethacrylat oder deren Gemisch mit einem oder mehreren Polyelektrolytkomplexen.

Gemäß einer Ausführungsform des Mittels sind im Innern der Mikrokapsel die Zellen bzw. Enzyme in einer Matrix eingebettet. Diese Matrix ist beispielsweise aus einer Alginat-Verbindung eines mehrwertigen Metallkations, vorzugsweise Calcium, Strontium, Barium, Aluminium oder/ und Eisen aufgebaut.

Gemäß einer anderen Ausführungsform sind die Zellen bzw. Enzyme im Innern der Mikrokapsel in einer Flüssigkeit frei beweglich, was insbesondere zum Erhalt der natürlichen Konfiguration von Enzymen von Vorteil sein kann. Werden die Mikrokapseln durch Ausfällung von Tropfen einer die Zellen bzw. Enzyme enthaltenden Alginat-Lösung mittels eines mehrwertigen Metallkationen enthaltenden Fällbades hergestellt, können nach Anbringung der Schichten der Hüllmembran die mehrwertigen Metallkationen gegen einwertige Kationen, beispielsweise Natrium oder Kalium, ausgetauscht werden, um das Innere der Mikrokapsel wieder zu verflüssigen.

Die Erfindung betrifft auch zwei Verwendungen des erfindungsgemäßen Mittels. So läßt sich das Mittel zur Herstellung von Bier verwenden. Hierfür sind Mikrokapseln mit Zellen von einer oder mehrerer in der Bierherstellung eingesetzter Spezies von Hefen zu verwenden. Ebenso läßt sich das Mittel zur Herstellung niedermolekularer Alkohole, wie Methanol oder/ und Ethanol, verwenden, wobei Mikrokapseln mit für die Alkoholerzeugung geeigneten Hefen Verwendung finden.

Darüberhinaus betrifft die Erfindung auch ein Verfahren zur Herstellung und/oder Behandlung von alkoholischen Getränken, insbesondere von Wein oder Schaumwein, unter Verwendung eines erfindungsgemäßen Mittels. Hierzu sind Mikrokapseln in eine Lösung, insbesondere einen Trauben-, Beeren- und/oder anderen Fruchtsaft, beispielsweise Apfelsaft, oder einen Wein, einzubringen. Die Mikrokapseln verbleiben solange in der Lösung, bis die teilweise oder vollständige Umsetzung, beispielsweise die alkoholische Gärung, stattgefunden hat. Anschließend werden die Mikrokapseln aus der Lösung entfernt.

Gegenüber bekannten Verfahren weist dieses Verfahren den entscheidenden Vorteil auf, daß sich die im Herstellungs- bzw. Behandlungsprozeß eingesetzten Zellen bzw. Enzyme im letzten Schritt des Verfahrens einfach, rasch und vollständig entfernen lassen. Damit ist die Verweilzeit der Mikroorganismen bzw. Enzyme in der Lösung sehr genau einstellbar.

Aufgrund der Größe der Mikrokapseln, bevorzugt sind Durchmesser von einem halben bis wenigen Millimetern, lassen sich die Mikrokapseln einfach und vollständig aus der Lösung entfernen. Hierfür eignen sich mechanische Verfahren, beispielsweise mittels eines Siebes, oder Dekantieren der überstehenden Flüssigkeit nach vorheriger Sedimentation der Mikrokapseln. Bei diesen Arten der Entfernung werden die Mikrokapseln nicht zerstört, so daß diese ggf. nach zwischenzeitlicher Aufbewahrung in einer Nährlösung wiederverwendet werden können. Insbesondere bei teuren Enzymen können hierdurch Produktionskosten gesenkt werden.

Vorteilhaft wird die Lösung zumindest im Bereich der Mikrokapseln so temperiert, daß die Zellen bzw. Enzyme eine optimale Aktivität aufweisen, wobei eine mögliche Beeinflussung der Qualität des Produktes berücksichtigt werden sollte.

In einer Ausführungsform wird das Verfahren zur biologischen Entsäuerung, beispielsweise von Wein, eingesetzt. Hierzu eignen sich Mikrokapseln, die Zellen mindestens einer entsprechenden Spezies von Milchsäurebakterien enthalten.

In dem Verfahren lassen sich verschiedene in Mikrokapseln immobilisierte Mikroorganismen bzw. Enzyme gleichzeitig oder/ und zeitlich versetzt einsetzen. Bei einem zeitlich versetzten Einsatz lassen sich die verschiedenen Mikrokapseln nacheinander der Lösung zugeben und gemeinsam entfernen oder die Verfahrensschritte Einbringen, Verweilen, Entfernen werden mit der selben Lösung unter Verwendung verschiedener in Mikrokapseln immobilisierter Zellen bzw. Enzyme nacheinander mehrfach durchlaufen. Der Einsatz unterschiedlicher Mikroorganismen bzw. Enzyme kann somit gezielt zur Erhöhung der Komplexität etwa eines Weines genutzt werden.

Nach einer Ausführungsform ist der Bioreaktor zur Herstellung von niedermolekularen Alkoholhen, insbesondere Ethanol, oder alkoholischen Getränken, insbesondere Wein oder Schaumwein, ein Fließbettreaktor, in dem die erfindungsgemäßen Mittel enthalten sind.

Nach einer anderen Ausführungsform weist der Bioreaktor mindestens eine Röhre auf, in der die erfindungsgemäßen Mittel enthalten sind. Vorteilhaft sind die beiden Öffnungen der Röhre mit die Mikrokapseln zurückhaltenden Sieben verschlossen. Hierdurch entfällt ein Abtrennen der Mikrokapseln aus der umgesetzten Lösung. Der Durchmesser geeigneter Röhren liegt bevorzugt im Bereich von einem bis mehreren Zentimetern.

Die umzusetzende Flüssigkeit wird durch die Röhre geleitet, wobei mehrere Röhren parallel oder/ und in Serie miteinander verbunden sein können. Bei einem gleichzeitigen Einsatz von verschiedenen in Mikrokapseln immobilisierten Mikroorganismen bzw. Enzymen sind Röhren gleichen Inhaltes bevorzugt parallel miteinander verbunden, wobei Gruppen von parallel miteinander verbundenen Röhren unterschiedlichen Inhaltes in Serie zusammengeschlossen sind. Es kann auch vorteilhaft sein, einzelne Röhren in Serie miteinander zu verbinden, so daß die Lösung die Röhren nacheinander durchfließt.

Zur Optimierung der Aktivität der eingesetzten Mikroorganismen bzw. Enzyme ist es vorteilhaft das Innere der Röhren, also die Mikrokapseln und die sie umgebende Lösung, zu temperieren. Hierzu weist eine einzelne Röhre oder Gruppen von Röhren vorteilhaft einen gemeinsamen temperierbaren Mantel auf. Durch Kühlung der in den Röhren eingeschlossenen Mikrokapseln läßt sich

die Aktivität der Zellen bzw. Enzyme gezielt erniedrigen.

Weiterhin wird eine Anlage zur Herstellung von niedermolekularem Alkoholen, insbesondere Ethanol, vorgeschlagen, die mindestens einen erfindungsgemäßen Bioreaktor enthält. Bei dieser Anlage gelangt die zu vergärende, glucosehaltige Flüssigkeit aus dem Vorratstank in den Mischer. Dort wird sie mit dem Rückfluß aus dem Erhitzer gemischt und dann in den mit Mikrokapseln befüllten Bioreaktor geführt, wo die eigentliche Umwandlung von Kohlenhydraten in Alkohol stattfindet. Der Alkohol wird dann im Heizbehälter und in der Destillierkolonne abgetrennt und im Auffanggefäß für das Hauptprodukt gesammelt. Die Trennung des Alkohols von der restlichen Flüssigkeit geschieht unter Ausnutzung des unterschiedlichen Siedepunktes. Die Restflüssigkeit aus dem Erhitzer kann nach dem Abkühlen im Wärmetauscher wieder im Mischer mit frischer Flüssigkeit angereichert werden und erneut in den Bioreaktor gelangen. Um eine übermäßige Glucoseverdünnung der sich im Kreislauf befindlichen Flüssigkeit zu vermeiden, wird ein Teil des wässrigen Anteils regelmäßig entfernt und als Nebenprodukt in einem Auffanggefäß gesammelt.

Eine Anlage zur Herstellung alkoholischer Getränke weist einen stark vereinfachten Aufbau auf. Die zu vergärende Substanz wird aus einem Vorratsgefäß in einen erfindungsgemäßen Bioreaktor geführt, wo die Substanz verweilt oder durch beispielsweise einen Röhrenreaktor zirkuliert. Das alkoholhaltige Produkt wird nach einer für eine teilweise oder vollständige Umsetzung erforderlichen Zeit aus dem Bioreaktor in ein Auffanggefäß geleitet.

Weitere Einzelheiten der Erfindung lassen sich dem nachfolgenden Beschreibungsteil entnehmen, in dem anhand der Zeichnung ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert ist. Die beigefügte Figur zeigt den schematischen Aufbau einer kontinuierlichen Anlage zur Alkoholherstellung, gemäß der Erfindung. Die zu vergärende Flüssigkeit wird aus einem Vorratsbehälter (1) in einen Mischer (2) geführt, wo sie sich mit der aus dem Erhitzer (4) rückfließenden Flüssigkeit vermischt. Dieses Gemisch gärt im Bioreaktor (3), der vorzugsweise eingekapselte für die Alkoholherstellung geeignete Hefen enthält. Die alkoholhaltige Flüssigkeit wird in einen Erhitzer (4) geführt. Aus ihm wird eine Alkohol enthaltende Gasphase in eine Destillierkolonne (5) geleitet. Dort wird der im Vergleich zu Wasser verschiedene Siedepunkt des Alkohols

zur Anreicherung des Alkohols ausgenutzt, der im Auffanggefäß für das Hauptprodukt (6) gesammelt wird. Der alkoholarme Teil der vorgegärten Flüssigkeit wird aus dem Erhitzer herausgeführt, in einem Wärmetauscher (8) gekühlt und in den Mischer (2) zurückgeleitet. Damit die sich im Kreislauf befindliche Flüssigkeit einen Mindestgehalt an umzusetzenden Stoffen, insbesondere Glucose, behält, wird ein Teil des wässrigen Anteils regelmäßig aus dem Erhitzer (4) entfernt und als Nebenprodukt in einem Auffanggefäß (7) gesammelt.

Patentansprüche

1. Mittel zur Herstellung und/ oder Behandlung alkoholhaltiger Getränke, insbesondere Wein oder Schaumwein, wobei das Mittel immobilisierte Zellen mindestens einer Spezies von Mikroorganismen und/ oder ein oder mehrere immobilisierte Enzyme aufweist,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Zellen bzw. Enzyme im Inneren einer Mikrokapsel enthalten sind, die mindestens eine das Kapselinnere vollständig umschließende Hüllmembran aufweist,

wobei die Hüllmembran für die im Kapselinneren eingeschlossenen Zellen bzw. Enzyme nicht durchlässig ist, und

wobei die Hüllmembran für die von den Zellen bzw. Enzymen umzusetzenden Edukte und für zumindest einen Teil der von den Zellen bzw. Enzymen umgesetzten Produkte durchlässig ist.

2. Mittel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mikrokapsel eine Hüllmembran aufweist, die aus einer Schicht aufgebaut ist.
3. Mittel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mikrokapsel eine Hüllmembran aufweist, die aus mehreren radial übereinander angeordneten Schichten aufgebaut ist, wobei jede Schicht alle radial darunter angeordneten Schichten vollständig umschließt.
4. Mittel nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichten kovalent oder/ und ionisch miteinander verbunden sind.
5. Mittel nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Hüllmembran für außerhalb der Mikrokapsel befindliche Wirkstoffe und/ oder Mikroorganismen, die die im Kapselinneren enthaltenen Zellen bzw. Enzyme in ihrer Aktivität beeinträchtigen, nicht durchlässig ist.

6. Mittel nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Inneren der Mikrokapsel Zellen mindestens einer Spezies von in der alkoholischen Gärung, vorzugsweise bei der Weinherstellung, eingesetzten Hefen enthalten sind.
7. Mittel nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Inneren der Mikrokapsel Zellen mindestens einer Spezies von im biologischen Säureabbau bei der Weinbehandlung eingesetzten Milchsäurebakterien enthalten sind.
8. Mittel nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Inneren der Mikrokapsel ein oder mehrere Enzyme aus der Gruppe der Pektinasen, Glucanasen, β -Glucosidasen, Proteasen oder/ und Glucose-Fructose-Isomerasen enthalten sind.
9. Mittel nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Inneren der Mikrokapsel Zellen von mindestens einer Spezies von Mikroorganismen und mindestens ein Enzym enthalten sind.
10. Mittel nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß im Inneren der Mikrokapsel Zellen mindestens einer Spezies von in der Weinherstellung eingesetzten Hefen sowie mindestens ein Hefezellwandpräparat oder/ und eine Glucose-Fructose-Isomerase enthalten sind.
11. Mittel nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Inneren der Mikrokapsel neben den Zellen bzw. Enzymen mindestens ein die Aktivität der Zellen bzw. Enzyme steigender Stoff enthalten ist.
12. Mittel nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß als die Aktivität steigender Stoff mindestens ein Ionenaustauscher, vorzugsweise ein Kationenaustauscher, enthalten ist.
13. Mittel nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Schicht der Hüllmembran aus mindestens einem Polymer aufgebaut ist.

14. Mittel nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Polymer ein Polyelektrolytkomplex ist.
15. Mittel nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Polyelektrolytkomplex mindestens ein Polyanion aus der Gruppe Polyacrylsäure, Polymethacrylsäure, Polyvinylsulfonsäure, Polyvinylphosphonsäure oder Cellulose-Derivate, insbesondere Carboxymethylcellulose oder Cellulose-Schwefelsäureester, und mindestens ein Polykation aus der Gruppe Polyethylenimin, Polydimethyldiallylammoniumchlorid, Chitosan oder Poly-L-Lysin enthält.
16. Mittel nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Polymer Polystyrol, Polymethylmethacrylat oder/ und Naturkautschuk oder deren Gemisch mit einem oder mehreren Polyelektrolytkomplexen ist.
17. Mittel nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die im Innern der Mikrokapsel enthaltenen Mikroorganismen bzw. Enzyme in einer Matrix eingebettet sind.
18. Mittel nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Matrix aus einer Alginat-Verbindung eines mehrwertigen Kations eines Metalls, vorzugsweise Calcium, Strontium, Barium, Aluminium oder/ und Eisen, aufgebaut ist.
19. Verwendung eines Mittels nach einem der Ansprüche 1 bis 18 zur Herstellung von Bier, dadurch gekennzeichnet, daß Mikrokapseln verwendet werden, die Zellen von einer oder mehrerer in der Bierherstellung eingesetzter Spezies von Hefen enthalten.
20. Verwendung eines Mittels nach einem der Ansprüche 1 bis 18 zur Herstellung von niedermolekularen Alkoholen, vorzugsweise von Ethanol, dadurch gekennzeichnet, daß Mikrokapseln verwendet werden, die Zellen von einer oder mehrerer Hefespezies enthalten, die die Erzeugung des Alkohols in hohen Ausbeuten ermöglichen.

21. Verfahren zur Herstellung und/ oder Behandlung von alkoholischen Getränken, insbesondere von Wein oder Schaumwein, unter Verwendung eines Mittels nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Mikrokapseln in eine Lösung, insbesondere einen Trauben-, Beeren- und/ oder anderen Fruchtsaft oder Wein, eingebracht werden und nach einer für eine teilweise oder vollständige Umsetzung von in der Lösung enthaltenen Stoffen erforderlichen Verweilzeit wieder aus der Lösung entfernt werden.
22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Mikrokapseln aus der Lösung mechanisch, vorzugsweise mittels eines Siebes, oder durch Dekantieren entfernt werden.
23. Verfahren nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß zur Steuerung der Aktivität der in den Mikrokapseln enthaltenen Zellen bzw. Enzyme die Temperatur der Lösung zumindest im Bereich der Mikrokapseln gezielt eingestellt wird.
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß zur Entsäuerung von Wein oder Schaumwein Mikrokapseln mit Zellen mindestens einer Spezies von Milchsäurebakterien verwendet werden.
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß verschiedene in Mikrokapseln immobilisierte Mikroorganismen bzw. Enzyme gleichzeitig oder/ und zeitlich versetzt in die Lösung eingebracht werden.
26. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Verfahrensschritte Einbringen, Verweilen, Entfernen mit der selben Lösung unter Verwendung verschiedener in Mikrokapseln immobilisierter Mikroorganismen bzw. Enzyme mehrfach durchlaufen werden.

27. Bioreaktor zur Herstellung von niedermolekularen Alkoholen, insbesondere Ethanol, oder alkoholischen Getränken, insbesondere Wein oder Schaumwein, unter Verwendung eines Mittels nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Bioreaktor ein Fließbettreaktor ist, in dem die Mikrokapseln enthalten sind.
28. Bioreaktor zur Herstellung von niedermolekularen Alkoholen, insbesondere Ethanol, oder alkoholischen Getränken, insbesondere Wein oder Schaumwein, unter Verwendung eines Mittels nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Bioreaktor mindestens eine Röhre aufweist, in dem die Mikrokapseln enthalten sind.
29. Bioreaktor nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß alle in einer Röhre enthaltenen Mikrokapseln die gleichen Mikroorganismen bzw. Enzyme aufweisen.
30. Bioreaktor nach einem der Ansprüche 28 oder 29, dadurch gekennzeichnet, daß das Innere der Röhren temperierbar ist.
31. Bioreaktor nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß jede einzelne Röhre jeweils einen temperierbaren Mantel oder Gruppen von Röhren einen gemeinsamen temperierbaren Mantel aufweisen.
32. Bioreaktor nach einem der Ansprüche 28 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß einzelne Röhren oder Gruppen von parallel miteinander verbundener Röhren in Serie miteinander verbunden sind.
33. Bioreaktor nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß jede einzelne Röhre bzw. jede Gruppe von parallel miteinander verbundener Röhren Mikrokapseln der gleichen Mikroorganismen bzw. Enzyme enthält, wobei verschiedene Röhren bzw. verschiedene Gruppen von parallel miteinander verbundener Röhren Mikrokapseln unterschiedlicher Mikroorganismen bzw. Enzyme enthalten.

34. Anlage zur Herstellung von niedermolekularen Alkoholen, insbesondere Ethanol, unter Verwendung eines Bioreaktors nach einem der Ansprüche 27 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß die Anlage folgende Komponenten enthält:
- Vorratsgefäß für die umzusetzende Lösung (1)
 - Mischer (2)
 - Bioreaktor (3), der die Mikro kapseln enthält
 - Erhitzer (4)
 - Destillierkolonne (5)
 - Auffanggefäß für das Hauptprodukt (6)
 - Auffanggefäß für das Nebenprodukt (7)
 - Wärmetauscher (8)
35. Anlage zur Herstellung von alkoholischen Getränken, insbesondere Wein oder Schaumwein, unter Verwendung eines Bioreaktors nach einem der Ansprüche 27 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß die Anlage folgende Komponenten enthält:
- Vorratsgefäß für die zu vergärende Flüssigkeit
 - Bioreaktor, der die Mikro kapseln enthält
 - Auffanggefäß für das Produkt

Zusammenfassung

Die Erfindung beschreibt ein Mittel zur Herstellung und/ oder Behandlung alkoholhaltiger Getränke, insbesondere Wein oder Schaumwein, wobei das Mittel immobilisierte Zellen mindestens einer Spezies von Mikroorganismen und/ oder ein oder mehrere immobilisierte Enzyme aufweist. Die Zellen, beispielsweise Hefezellen oder Milchsäurebakterien, bzw. Enzyme sind im Inneren einer Mikrokapsel enthalten, die eine das Kapselinnere vollständig umschließende Hüllmembran aufweist, die für die eingeschlossenen Zellen bzw. Enzyme nicht durchlässig ist. Die Hüllmembran ist für die Edukte sowie Produkte durchlässig und kann aus einer oder mehreren Schichten aufgebaut sein, die aus Polymeren, wie Polyelektrolytkomplexen, bestehen können. Das erfindungsgemäße Mittel erlaubt eine einfache dosierte Zugabe von Zellen bzw. Enzymen sowie deren einfache, rasche und restlose Abtrennung, beispielsweise mittels eines Siebes, wodurch eine Wiederverwendung der Mikrokapseln möglich ist. Weiterhin betrifft die Erfindung die Verwendung des Mittels zur Herstellung von Bier und niedermolekularen Alkoholen, ein Verfahren zur Herstellung von alkoholischen Getränken, insbesondere Wein oder Schaumwein, sowie Bioreaktoren und Anlagen zur Herstellung von Alkoholen und alkoholhaltiger Getränke.

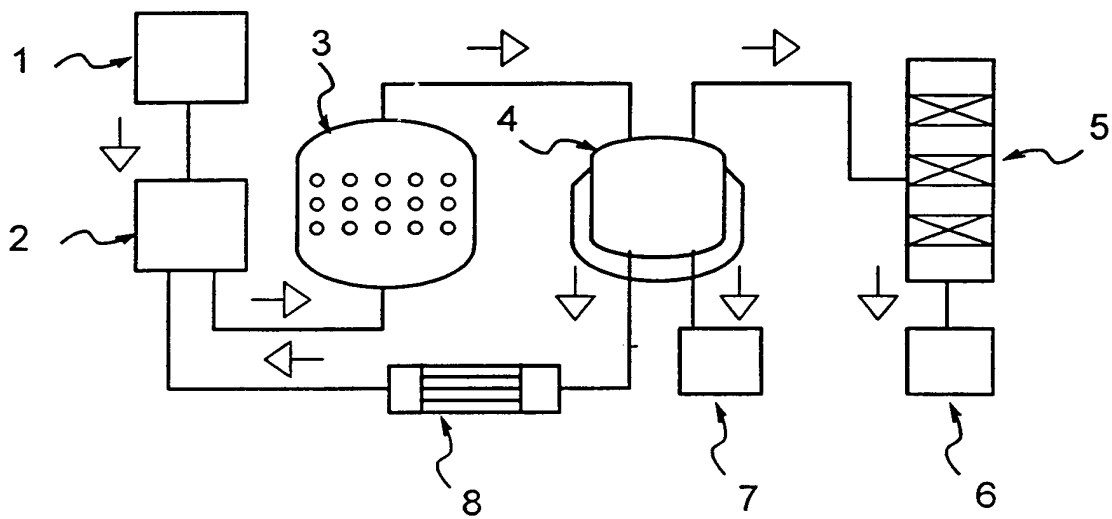


Fig. 1